



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NÁVRH MOSTU O JEDNOM POLI

DESIGN OF A ONE-SPAN BRIDGE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Dominik Barič

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. RADIM NEČAS, Ph.D.

BRNO 2018



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B36070 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Dominik Barič
Název	Návrh mostu o jednom poli
Vedoucí práce	Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Datum zadání	30.11.2017
Datum odevzdání	25.5.2018

V Brně dne 30.11.2017

prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA
Děkan Fakulty stavební VUT

PODKLADY A LITERATURA

Podklady:

Situace, příčný a podélný řez, geotechnické poměry

Základní normy:

ČSN 736201: Projektování mostních objektů

ČSN 73 6214: Navrhování betonových mostních konstrukcí

ČSN EN 1990 včetně změny A1: Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí, Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1992-2: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady

Literatura: na základě doporučení vedoucího práce

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ

Z předběžného návrhu mostní typů mostních konstrukcí preferujte trémovou nebo deskovou monolitickou konstrukci o jednom poli z předpjatého betonu.

V práci zpracujte dvě až tři stude mostu včetně jejich zhodnocení. Most můžete navrhnout kolmý.

Dimenzování proved'te podle EN v rozsahu stanoveném vedoucím práce.

Ostatní úpravy provádějte podle pokynů vedoucího práce.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Podklady, studie a vizualizace

P2. Přehledné a podrobné výkresy zvoleného návrhu mostu

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x)

Popisný soubor závěrečné práce (1x)

Bakalářská práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě a pro ÚBZK 1x na CD.

STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora „Úprava, odevzdání, zveřejňování a uschovávání vysokoškolských kvalifikačních prací“ a Směrnice děkana „Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uschovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT“ (povinná součást VŠKP)
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora „Úprava, odevzdání, zveřejňování a uschovávání vysokoškolských kvalifikačních prací“ a Směrnice děkana „Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uschovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT“ (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují)

Ing. Radim Nečas, Ph.D.
Vedoucí bakalářské
práce

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem trémové mostní konstrukce přes řeku Svitavu mezi obcemi Blansko a Brno. Most převádí silnici II. Třídý kategorie S9,5/90. Pro návrh jsou zpracovány 3 studie. Studie A byla vybrána k podrobnému zpracování. Jedná se o dodatečně předpjatou deskotrémovou konstrukci. Výpočet zatížení je proveden programem Scia Engineer 17.1. Návrh a posouzení je zpracováno ručně. Zatížení větrem, sněhem a horizontálními silami od dopravy bylo zanedbáno.

KLÍČOVÁ SLOVA

Předpjatý beton, deskotrém, trémový most, jedno pole, žebro, silniční most, zatížení dopravou, mezní stav použitelnosti, mezní stav únosnosti

ABSTRACT

The subject of this bachelor's thesis is a design of a plate – girder bridge structure over the river „Svitava“, between the towns of „Blansko“ and „Brno“. The bridge carries a road of a class II, category S9,5/90. Three studies have been designed. Study A has been chosen for a detailed design. It has a character of post - tensioned plate - girder structure. Load analysis is performed in software Scia Engineer 17.1. The design and assessment is done by hand. Load caused by wind, snow and horizontal forces of traffic is passed by.

KEY WORDS

Pre-stressed concrete, plate – girder structure, girder, one-span, joist, road bridge, traffic load, serviceability limit state, ultimate limit state

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Dominik Barič *Návrh mostu o jednom poli*. Brno, 2018, 22 s., 54 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Radim Nečas, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Blansku dne 23.5.2018



Dominik Barič

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce, panu Ing. Radimu Nečasovi Ph.D. za cenné rady při zpracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Zdenku Odehnalovi za to, že mi během studentských let na střední škole ukázal krásy stavařského oboru.

Obsah

ÚVOD.....	9
PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA.....	10
1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU	10
2 STUDIE	10
2.1 STUDIE A	10
2.2 STUDIE B	11
2.3 STUDIE C.....	11
2.4 VOLBA VARIANTY.....	12
3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU	12
3.1 HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE.....	12
3.2 MOSTNÍ SVRŠEK.....	12
3.3 ULOŽENÍ MOSTU	13
3.4 MOSTNÍ ZÁVĚRY	13
3.5 ODVODNĚNÍ.....	13
3.6 MOSTNÍ VYBAVENÍ	13
4 MATERIÁL.....	13
4.1 Beton 30/37	13
4.2 Předpínací výztuž.....	14
4.3 Betonářská výztuž.....	14
5 STATICKÉ ŘEŠENÍ.....	14
5.1 VÝPOČTOVÝ MODEL.....	14
5.2 ZATÍŽENÍ STÁLÉ.....	15
5.3 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ	15
6 KOMBINACE	18
7 PŘEDPĚTÍ.....	18
8 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI.....	18
9 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI	18
10 KOTEVNÍ OBLAST	19
11 POSTUP VÝSTAVBY	19
ZÁVĚR.....	20
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....	21
SEZNAM PŘÍLOH.....	22

ÚVOD

Dle zadání bakalářské práce byl řešen silniční most o jednom poli, který převádí silnici třídy II, kategorie S9,5 přes řeku Svitavu. Lokalita nebyla přesně určená, proto pro zjednodušení práce bylo místo, terén, koryto řeky a její hladina zvoleny. V rámci zadání byl zpracovány 3 možné varianty řešení. Pro podrobnější zpracování byla vybrána varianta předpjatého deskotrámového nosníku. Staticky je řešena pouze nosná konstrukce mostu, která je navržena na svislé účinky podle platného Eurokódu. Vliv vodorovných účinků zatížení od dopravy a zatížení sněhem a větrem neuvažujeme. Výpočet byl proveden v programu Scia Engineer 17.1.

PRŮVODNÍ A TECHNICKÁ ZPRÁVA

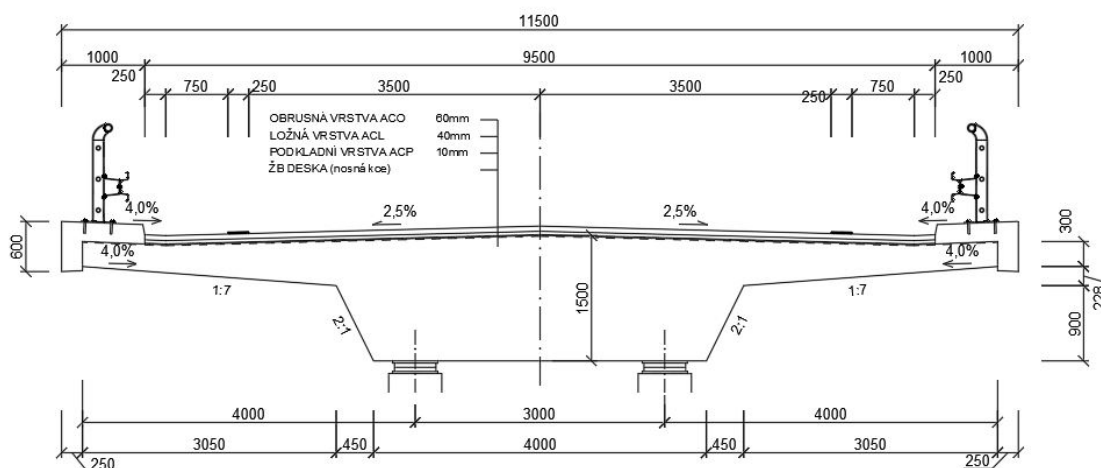
1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Délka nosné konstrukce	31,00m
Délka přemostění	28,06m
Vzdálenost ložisek	29,00m
Počet polí	1
Šikmost	90°
Volná šířka	9,50m
Šířka levé římsy	1,00m
Šířka pravé římsy	1,00m
Šířka nosné konstrukce	11,00m
Šířka mostu	11,50m
Příčný sklon	2,50%
Podélný sklon	1,00 % (stoupá ve směru staničení)

2 STUDIE

2.1 STUDIE A

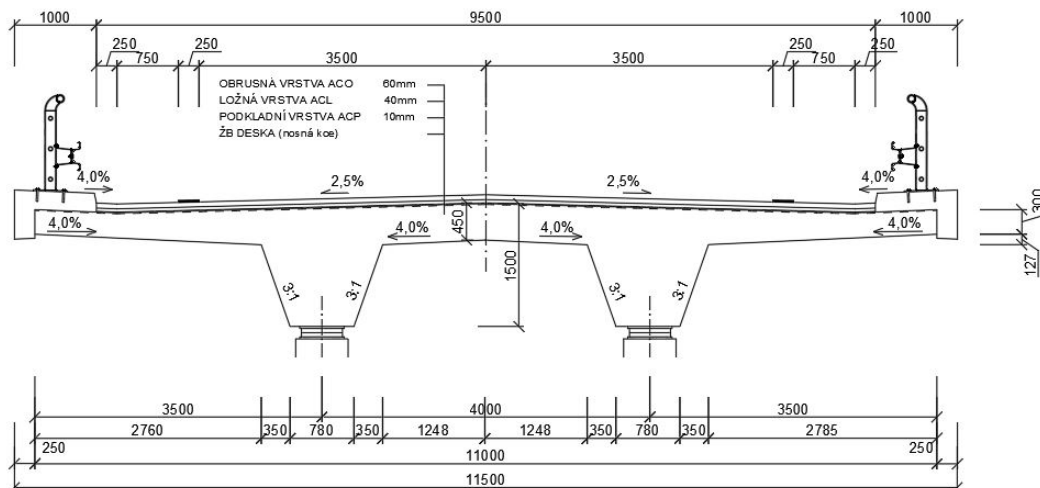
První variantu tvoří monolitická nosná konstrukce, jenž je dodatečně předepnuta. Příčný průřez nosné konstrukce je charakteru deskotrámu. Výška trámu v nejvyšším místě dosahuje 1,5 m. Šířka trámu je pak 4,0m. Deska je vyložena 3,05 m na každou stranu. Trám se plynule zešťihluje do desky v náběžích šířky 0,450 m. Deska je proměnné tloušťky od 0,3 do 0,56 m. Šířka celé konstrukce činí 11,0 m. Obě římsy jsou monolitické. Rozpětí konstrukce je 29,0m. Uložení je provedeno na hrncových ložiscích.



Obr. 1 Schématický příčný řez studie A

2.2 STUDIE B

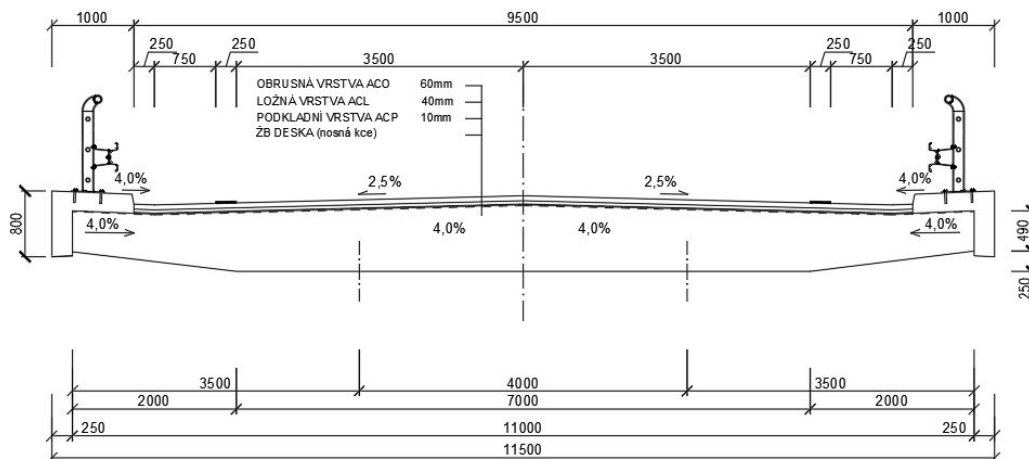
Druhou variantu tvoří monolitická nosná konstrukce, jenž je dodatečně předepnuta. Příčný průřez nosné konstrukce je tvořen dvěma trámy nesoucí desku. Výška trámu v nejvyšším místě dosahuje 1,5 m. Šířka trámů je pak 0,780 m. Deska je vyložena 2,76 m na každou stranu. Trám se plynule zešťihluje do desky v náběžích šířky 0,350 m. Deska je proměnné tloušťky od 0,3 do 0,45 m. Šířka celé konstrukce činí 11,0 m. Obě římsy jsou monolitické. Rozpětí konstrukce je 29,0 m. Uložení je provedeno na hrncových ložiscích.



Obr. 2 Schématický příčný řez studie B

2.3 STUDIE C

Třetí variantu tvoří monolitická nosná konstrukce, jenž je dodatečně předepnuta. Příčný průřez nosné konstrukce je tvořen dvěma trámy nesoucí desku. Výška trámu v nejvyšším místě dosahuje 1,5 m. Šířka trámů je pak 0,780 m. Deska je vyložena 2,76 m na každou stranu. Trám se plynule zešťihluje do desky v náběžích šířky 0,350 m. Deska je proměnné tloušťky od 0,3 do 0,45 m. Šířka celé konstrukce činí 11,0 m. Obě římsy jsou monolitické. Rozpětí konstrukce je 29,0 m. Uložení je provedeno na hrncových ložiscích



Obr. 3 Schématický příčný řez studie C

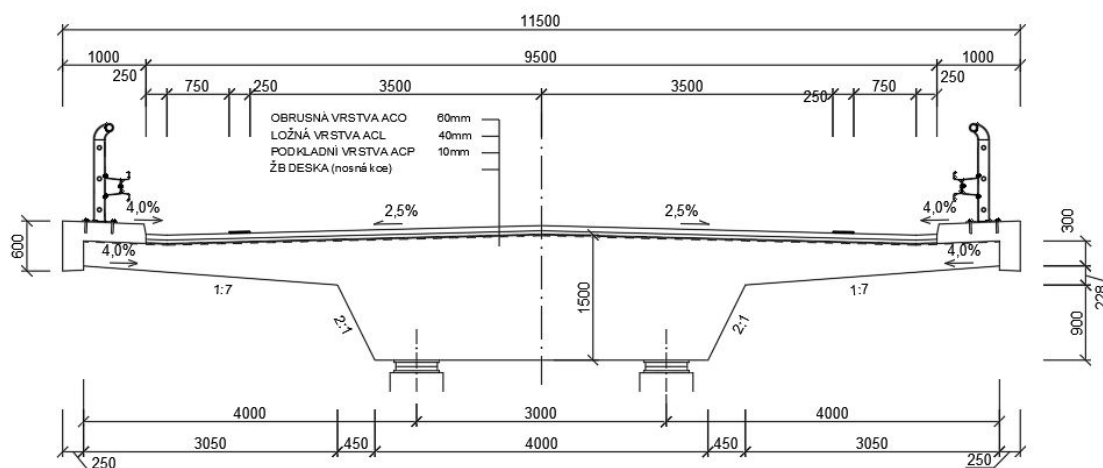
2.4 VOLBA VARIANTY

Všechny tři studie jsou srovnatelné. Po dohodě s vedoucím práce byla vybrána studie A k širšímu zpracování. Hlavním důvodem bylo estetické řešení mostní konstrukce.

3 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

3.1 HLAVNÍ NOSNÁ KONSTRUKCE

Hlavní nosná konstrukce je tvořena monolitickým, dodatečně předpjatým deskotrámem s rozpětím 29,0 m a šířky 10,5 m. Trám je lichoběžníkového tvaru. Šířka spodní základny činí 4,0 m. Vrchní základna je široká 4,9 m. Výška lichoběžníku dosahuje 0,9 m. Na trám navazuje na oboustranných převislá deska šířky 11,0 m, proměnné tloušťky. Sklon desky je 2,5 % v příčném směru a 1,0 % v podélném ve směru staničení.



Obr. 4 Schématický řez hlavní nosné konstrukce

3.2 MOSTNÍ SVRŠEK

VOZOVKA

Přenáší zatížení od dopravy na nosnou konstrukci. Je uložena na povrchu mostovky. Navržená vozovka je tuhá, tloušťky 110 mm.

Obrusný asfaltový beton ACO 11	tl. 60 mm
Spojovací postřík	- mm
Podkladní asfaltový beton ACL 16	tl. 40 mm
Spojovací postřík	- mm
Izolace	tl. 15 mm

ŘÍMSY

Na mostě jsou na obou krajích navrženy monolitické římsy z betonu C30/37, XF4, XD2. Římsy jsou v příčném sklonu 4,0 % směrem do vozovky. Šířky římsy je 1,0 m a tloušťky 0,23 m. Převislá část má šířku 0,25 m a výšku 0,6 m.

3.3 ULOŽENÍ MOSTU

Nosná konstrukce je uložena na čtyři hrncová ložiska Freyssinet o průměru 0,5 m. Na opěře 1 na protivodní straně je uloženo ložisko pevné, na návodní straně pak ložisko posuvné, umožňující pohyb ve směru příčném. Na opěře 2 na protivodní straně je uloženo ložisko všesměrné, na návodní straně pak ložisko posuvné, umožňující pohyb ve směru podélném.

3.4 MOSTNÍ ZÁVĚRY

Most dilatuje směrem k opěře 2. Na této opěře je osazen mostní závěr Freyssinet WODd50 umožňující dilataci ± 25 mm. Na opěře 1 je podpovrchová úprava umožňující dilataci $\pm 2,5$ mm.

3.5 ODVODNĚNÍ

Odvodnění povrchu nosné konstrukce je realizováno pomocí sklonů ve směru příčném (2,5 %) a podélném (1,0 %). Pro větší bezpečnosti použitelnosti konstrukce bude zřízen odvodňovací proužek. Opěry jsou odvodněny pomocí drenážní perforované trubky o průměru 200 mm.

3.6 MOSTNÍ VYBAVENÍ

Most je vybaven ocelovým zábradelním svodidlem ZSH4/H2.

4 MATERIÁL

4.1 Beton 30/37

Charakteristická válcová pevnost v tlaku	f_{ck}	=	30	[MPa]
Součinitel spolehlivosti:	γ_c	=	1,5	[-]
Součinitel účinků zatížení na tlak:	α_{cc}	=	0,9	[-]
Součinitel účinků zatížení na tah:	α_{ct}	=	1	[-]
Střední hodnota pevnosti v tahu:	f_{ctm}	=	2,9	[MPa]
5% kvantil pevnosti v tahu:	$f_{ctk0,05}$	=	2	[MPa]
Mezní přetvoření:	ϵ_{cu3}	=	3,5	[‰]
Modul pružnosti:	E_{cm}	=	32	[GPa]

Návrhová pevnost v tlaku:	f_{cd}	$= \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$	=	18	[MPa]
---------------------------	----------	---	---	----	-------

Návrhová pevnost v tahu:	f_{ctd}	$= \alpha_{ct} \cdot \frac{f_{ctk0,05}}{\gamma_c}$	=	1,33	[MPa]
--------------------------	-----------	--	---	------	-------

4.2 Předpínací výztuž

Typ výztuže:	Y 1860 S7-15,7-A	
Charakteristická pevnost v tahu:	f_{pk}	= 1860 [MPa]
Smluvní mez kluzu 0,1%:	$f_{p0,1k}$	= 1640 [MPa]
Modul pružnosti:	E_p	= 195 [MPa]
Součinitel spolehlivosti:	γ_s	= 1,15 [MPa]
Průměr lana:	Φ_p	= 15,7 [mm]
Plocha 1 lana:	A_p	= 150 [mm ²]
Průměr kanálku:	Φ_{duct}	= 90 [mm]

$$\text{Návrhová pevnost v tahu: } f_{pd} = \frac{f_{p0,1k}}{\gamma_s} = 1426,0 \text{ [MPa]}$$

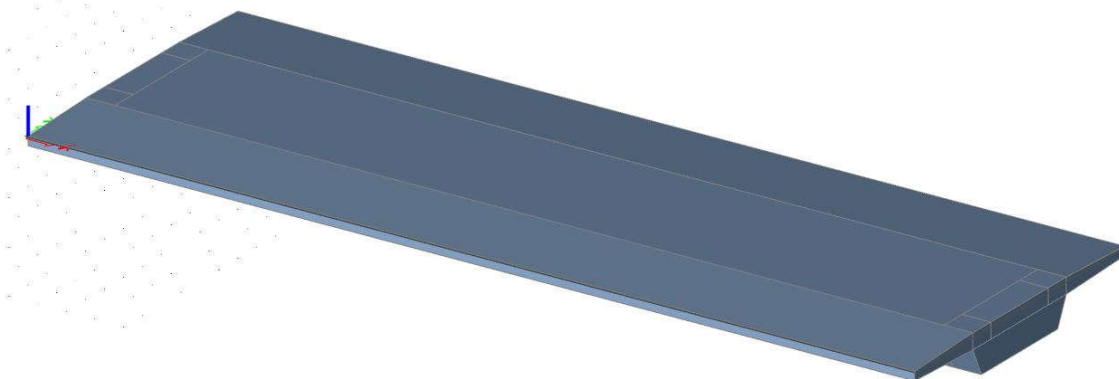
4.3 Betonářská výztuž

Druh oceli:	B550B	
Stupeň vlivu prostředí	XD1	
Charakteristická pevnost v tahu:	f_{yk}	= 550 [MPa]
Modul pružnosti:	E_s	= 200 [MPa]
Součinitel spolehlivosti:	γ_s	= 1,15 [-]
Návrhová pevnost v tahu:	$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$	= 478,26 [MPa]

5 STATICKÉ ŘEŠENÍ

5.1 VÝPOČTOVÝ MODEL

Výpočtový model byl vytvořen v programu Scia Engineer 17.1. Statický model byl vytvořen jako prostorová deska se žebrem. Délka desky je 31,0m, podepřena na 2 místech na každé straně. Ložiska jsou vzdálena 1,0m od kraje desky v podélném směru. V příčném směru jsou ložiska vzdálena 4,0m od kraje. Vzdálenost mezi ložisky je 3,0m. Pro ověření výsledků byl vytvořen prutový model. Odchyly od výsledků byly do 13 % až v případě zatěžovacího stavu ZS3, kde byla odchylka téměř 30 %. Tuto odchylku si odůvodňuji rozdílným roznosem zatížení v případě prutového modelu.

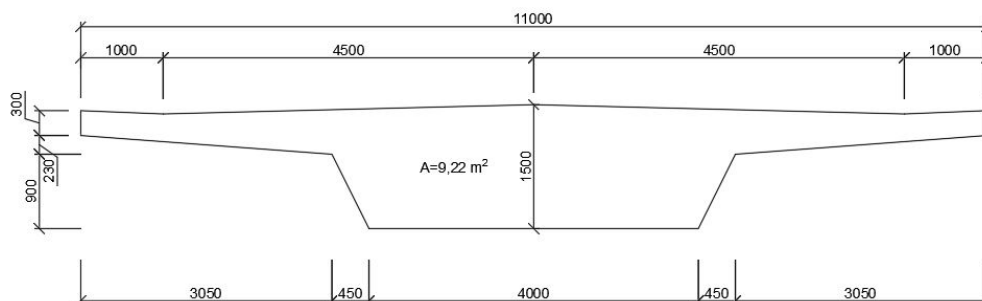


Obr. 5 Axonometrický pohled na model v program Scia Engineer 17.1

5.2 ZATÍŽENÍ STÁLÉ

VLASTNÍ TÍHA

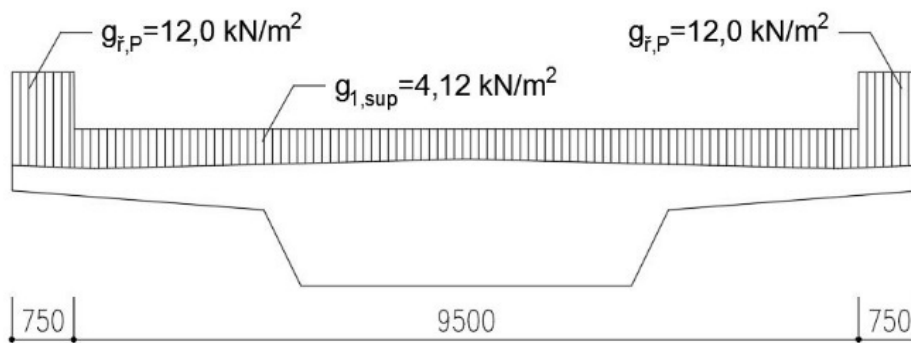
Účinky od vlastní tíhy desky byly zjištěny pomocí program Scia Engineer 17.1, následně ověřeny ručním výpočtem a na prutovém modelu v programu Scia Engineer 17.1.



Obr. 6 Příčný řez konstrukcí pro výpočet vlastní tíhy

OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ

Ostatním stálým zatížením je způsobeno tíhou vozovky, říms a svodidly. Zatížení od zábradlí je započítáno do zatížení od římsy, které je přepočítáno na šířku, která je na desce uložena.



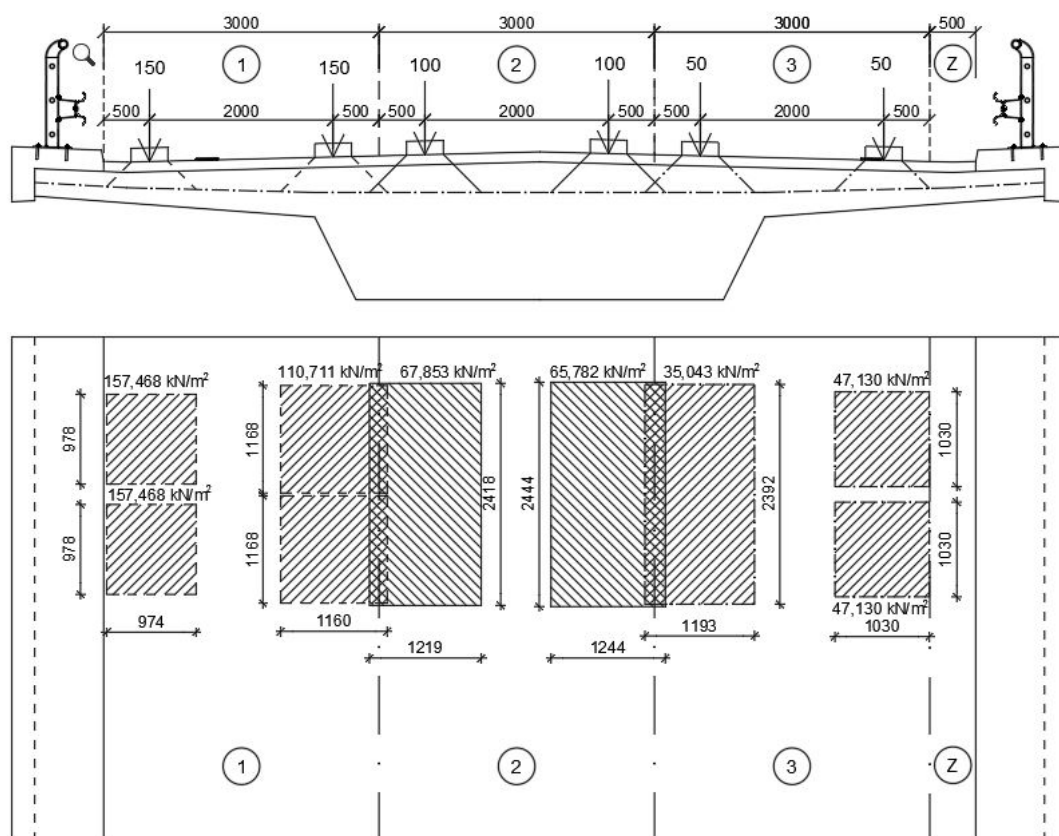
Obr. 7 Ostatní stálé zatížení

5.3 ZATÍŽENÍ PROMĚNNÉ

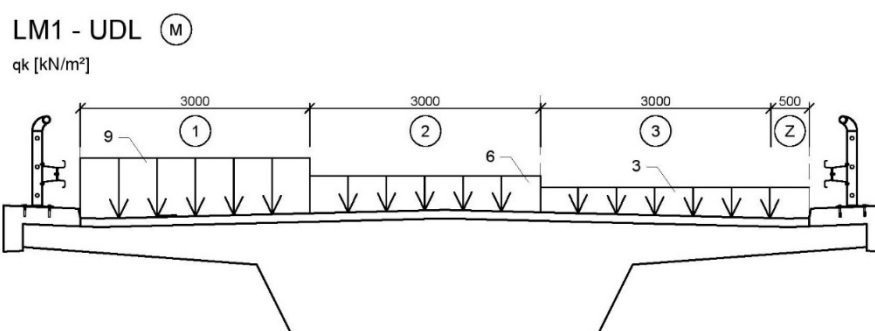
Do proměnného zatížení jsou uvažovány modely zatížení gr1a, gr4 a gr5. Vozovka byla rozdělena do 3 zatěžovacích pruhů šířky 3,0 m a zbytku o šířce 0,5 m.

gr1a

Model zatížení LM1 je tvořen zatížením od dvounáprav (Tandem Systém) a rovnoměrným zatížením UDL. Účinky od tandem systému byly roznášeny pod úhlem 45° do střednicové roviny desky. Všechny základní hodnoty byly upraveny regulačními součiniteli pro ČR.



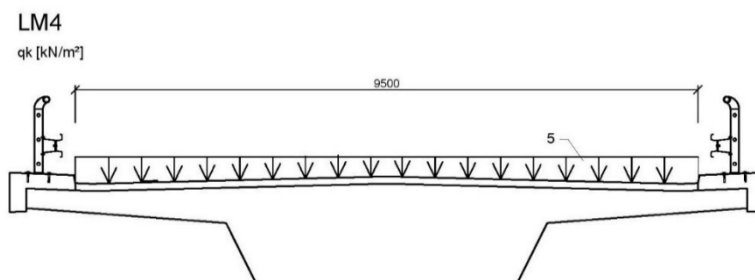
Obr. 8 Roznos zatížení od tandem systému



Obr. 9 Spojité zatížení UDL rozdělené do pruhů

gr4

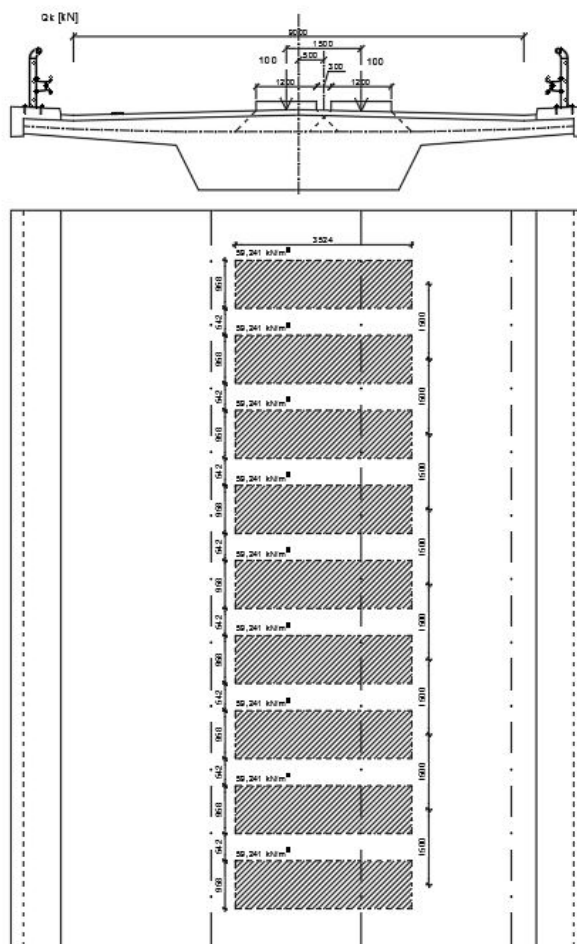
Zatížení modelem davem lidí je rovnoměrné zatížení po celé volné šířce. 5 kN/m^2 (včetně dynamického součinitele).



Obr. 10 Zatížení davem lidí

gr5

Dle normy uvažováno pro danou pozemní komunikaci I. třídy mimořádné vozidlo 1800/200 – 9 náprav po 200 kN. Uvažuje se normální rychlost mimořádného vozidla (5 – 70 km/hod), a proto se používá dynamický součinitel $\phi=1,25$. Osa vozidla je dle aktualizace normy umístěna 0,5m od ideální stopy vozidla. Ideální stopou je zvolena osa komunikace. A posunutí o zmiňovaných 0,5 m směrem k zatěžovacímu pruhu 3. Roznos pod úhlem 45° na střednici plochy desky.



Obr. 11 Roznos zatížení od speciálního vozidla

6 KOMBINACE

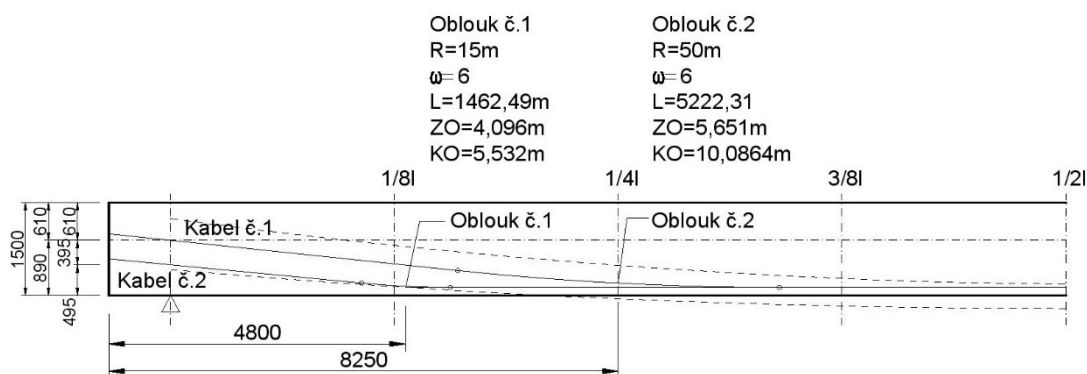
Kombinace jsou provedeny podle norem. Pro mezní stav únosnosti byly použity kombinace 6.10a a 6.10b. Kombinace byly vytvořeny pro všechny druhy zatěžovacích soustav a ty jsou, gr1a, gr4, gr5. Maximální účinky vyvozuje kombinace 6.10b zatěžovací soustavy gr1a.

Pro mezní stav použitelnosti bylo vytvořeno 5 kombinací. Charakteristické kombinace pro všechny zatěžovací soustavy. Častá a kvazistálá pro soustavu gr1a.

7 PŘEDPĚTÍ

Předpínací síla je navržena pomocí metody mezních napětí. Bylo navrženo 11 kanálků s 19 lany. Celkem 209 lan.

Bylo navrženo 6 rovných kabelů a 5 zakřivených. Oblouk pro kabel zakřivený je poloměru 50,0 m. Oblouk pro kabel rovný je poloměru 15,0 m.



Obr. 12 Trasování kabelů

8 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Konstrukce byla posouzena na mezní napětí a omezení trhlin. V programu Scia Engineer byl zjištěn krátkodobý průhyb od časté hodnoty proměnného zatížení. Posouzen byl s limitním průhybem.

9 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

OHYB

V podélném směru průřez vyhověl pouze s předpínací výztuží. V příčném směru, který byl řešen na konzolovém modelu, bylo nutno navrhnout betonářskou výztuž.

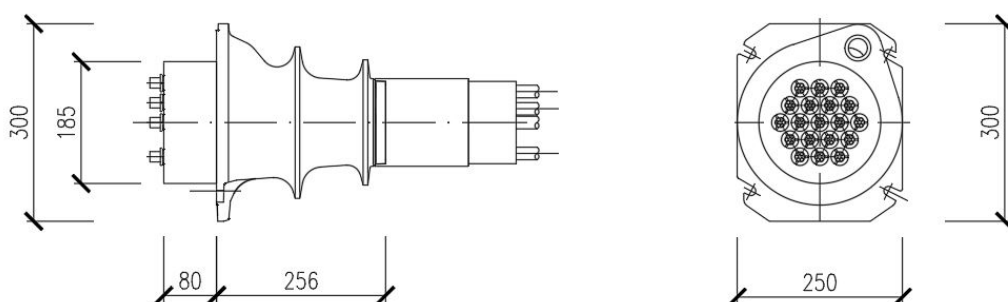
SMYK

V podélném i příčném směru byla konstrukce posouzena na smyk. V podélném směru bylo stanoveno místo vzniku trhlin. Konstrukce byla posouzena v oblastech bez trhlin i s trhlínami. Průřez vyhověl a tudíž byla navržena konstrukční výztuž.

V příčném směru byla konstrukce posouzena v osminách a ve vzdálenosti d od podpory. Průřez nevyhověl a byla navržena smyková výztuž v podobě třmíneků.

10 KOTEVNÍ OBLAST

Kotvy 19C15 Freyssinet ve vodorovné vzdálenosti 680 mm rozmístěny do dvou úrovní. Bylo provedeno posouzení na soustředěný tlak, lokální oblast pod kotvou, oblast u povrchu kotvy a celkovou oblast.



Obr. 13 Detail kotvy 19C15 – Freyssinet

11 POSTUP VÝSTAVBY

- Výkopové práce
- Úprava základové zprávy
- Betonáž základů
- Bednění a betonování opěr a křídel
- Osazení ložisek
- Bednění a betonáž hlavní nosné konstrukce
- Předpínání nosné konstrukce
- Dobetonování kotevní oblasti a závěrné zídky
- Zасыпání základů a prostorů za opěrami
- Osazení mostního závěru
- Zhotovení bednění a betonáž říms
- Zhotovení vozovky
- Osazení svodidel
- Dokončovací práce
- Uvedení do provozu

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce byl navrhnout most o jednom poli. Byly vytvořeny 3 varianty návrhu. Jako nejvhodnější byla vybrána varianta A, a byla zpracována detailně. Varianta je monolitická deskotrámová předpjatá konstrukce. Pro posouzení byl vytvořen statický model v programu Scia Engineer 17., byl zatížen soustavami zatížení gr1a, gr4 a gr5. Pro ověření výsledků byl vytvořen prutový model. Krátkodobé ztráty byly vygenerovány programem, dlouhodobé byly zpracovány ručně. Posouzení mezních stavů použitelnosti a únosnosti bylo také zpracováno ručně. Došlo i na posouzení kotevní oblasti.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

NORMY

- [1] ČSN 73 6201 *Projektování mostních objektů*
- [2] ČSN EN 1990 ed 2 *Zásady navrhování konstrukcí*
- [3] ČSN EN 1991-2 *Zatížení konstrukcí: Zatížení mostů dopravou*
- [4] ČSN EN 1992-1-1 *Navrhování betonových konstrukcí: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.*
- [5] ČSN EN 1992-2 *Navrhování betonových konstrukcí: Betonové mosty – Navrhování a konstrukční zásady*

LITERATURA

- [6] NEČAS, Radim, Jan KOLÁČEK a Josef PANÁČEK. *Betonové mosty I – Zásady navrhování*. Brno, 2014. ISBN 978-80-214-4979-4
- [7] ZICH, Miloš a kol. *Příklady posouzení betonových prvků dle Euródů. 2010*
- [8] NAVRÁTIL, Jaroslav. *Předpjaté betonové konstrukce. 2008.*

LITERATURA

- [9] Politika jakosti pozemních komunikací: VL a TP [online]. [cit 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.pjpk.cz>
- [10] FREYSSINET CS: Předpínací systémy a ložiska. *FREYSSINET CS* [online]. [cit 2018-05-23]. Dostupné z: <http://www.freyssinet.cz>

SEZNAM PŘÍLOH

Přílohy k textové části

P1. PODKLADY, STUDIE A VIZUALIZACE

- P1.01 Podklady
- P1.02 Studie A
- P1.03 Studie B
- P1.04 Studie C
- P1.05 Vizualizace

P2. PŘEHLEDNÉ A PODROBNÉ VÝKRESY

- P2.01 Situace
- P2.02 Podélný řez A-A'
- P2.03 Příčné řezy B-B', C-C'
- P2.04 Výkres předpínací výztuže
- P2.05 Výkres betonářské výztuže

P3. STATICKÝ VÝPOČET

P4. KRÁTKODOBÉ ZTRÁTY

- P4.01 KBL přímý
- P4.02 KBL zakřivený